**Name of Candidate:** Fayza Ibrahim Mohamed Omran **Degree:** Ph. D.
**Title of Thesis:** Impact of thermo – physiological reaction on growth performance of buffalo calves.
**Supervisors:** Prof. Gamal Ashour Hassan, Prof. Mohamed M. Shafie and Prof. Mohamed Mohamed Youssef
**Department:** Animal Production
**Branch:** Animal Physiology **Approval:** 26/4//2008

## ABSTRACT

This study was carried out at the Experimental Farm and the Animal Physiology Research Lab, Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt, during the summer season of 2004. The objective of the present work was to assess the relevant physiological responses and growth performance of buffalo calves to artificial constant severe heat stress (40 °C), comfort (25 °C) and outdoors natural climatic conditions. Eight buffalo calves were used, their age and live body weight were 6 months and 118.00 to 119.25 kg, respectively. All the calves responses were assessed under two constant thermal conditions, heat stress (40 °C and 87.5% RH, lab A) and comfort state (25 °C and 64.5% RH, lab B). two trials, each of one month, in both labs were interrupted by 15 days period under natural climatic outdoors conditions. The responses to these fixed conditions were discussed and compared to the responses under outdoors natural climatic conditions (June) during a preliminary period and during the interrupting in August.

Both groups showed increase in RT and RR at 14:00 over that at 08:00h during the both trials in the two labs. The RR during the 1st trial was slightly higher compared with that of the 2nd trial. The RR increased dramatically in the heat stressed calves to reach 6-7 times that of those under comfort conditions. Water intake was increased due to heat stress. Feed intake (FI) either concentrate (CFI) or roughage (RFI) intakes were greater for group B compared with group A during the two trials. Values of Ht, Hb and RBCs were reduced by heat stress during the two trials. The WBCs was significantly increased (around 50%). Levels of TP, Alb, TL, TG, TC, Glu and BUN decreased by heat stress during the two trials, while, the Glb level was not affected. In the two trials, heat stress caused slight increase (4 to 8 %) in Na and K, increase (47 to 58 %) in P level and Ca decreased by 20%. In both trials, heat stress decreased Ins, increased Glg and , both $T_3$ and $T_4$ droped by about 50%. The first exposure of the calves to HSC caused drop (13%) in their BW from 119 to 104. the second exposure did not cause any further drop in BW. In comparison, the calves under CTC showed 28% and 9% increase in their BW during the first and second exposure, respectively. The two calves groups showed almost equal percentages of increase in BW (1.4 and 1.5%) during the outdoors interrupting. Heat stress caused reduction in the weight of the visceral organs. Fasted BW and empty BW were decreased. Heat stress caused decrease in the length of small and large intestine and appendix. Fat percentage in the lean meat reduced due to heat stress in both longissmus dorsi and semitendinosus muscles.

Concluded the buffalo calves were successful in sustaining their lives, however, by drastic changes in their physico-chemical internal body status which lead to delay or even arrest of growth and proper thermal environment will enhance growth efficiency.

**اسم الطالب:** فايزة إبراهيم محمد عمران **الدرجة:** الدكتوراة

**عنوان الرسالة:** فاعلية التنظيم الحراري في نمو العجول الجاموسي

**المشرفون :** **الأستاذ الدكتور :** جمال عاشور حسن
**الأستاذ الدكتور :** محمد محمود الشافعي
**الأستاذ الدكتور :** محمد محمد يوسف

**قسم:** الإنتاج الحيواني **فرع:** فسيولوجي الحيوان **تاريخ منح الدرجة:** ٢٠٠٨/٤/٢٦

## المستخلص العربي

أجريت هذه الدراسة الدراسة بالمزرعة التجريبية بمعمل فسيولوجيا الحيوان – كلية الزراعة جامعة القاهرة بالجيزة خلال موسم صيف عام ٢٠٠٤. و كان الهدف من هذه الرسالة الحالية هو تقدير الإستجابة الفسيولوجية الخاصة بعجول الجاموس للإجهاد الحرارى الشديد و الثابت (٤٠ °م ) ، و الظروف المريحة (٢٥ °م ) و كذلك الظروف المناخية الطبيعية و تأثير ذلك على مظاهر النمو. وأستخدم فى هذة الدراسة ثمانية عجول جاموسى عمرها ستة شهور و أوزانها تراوحت بين ١١٨ الى ١١٩,٢٥ كجم و تم قياس إستجابة العجول تحت نوعين من الظروف الحرارية هما الإجهاد الحرارى داخل معمل (أ) حيث كانت درجة الحرارة ثابتة و مستمرة (٤٠ °م ) بينما كانت الرطوبة النسبية ٨٧,٥% و كذلك داخل معمل (ب) تحت الظروف المريحة من درجة الحرارة (٢٥ °م) و الرطوبة النسبية (٦٥,٥%) و أجريت تجربتان كل منهما لمدة شهر داخل هذة المعامل يفصل بينهما فترة ١٥ يوم عرضت فيها الحيوانات الى الظروف المناخية الطبيعية خارج المعمل و تم مناقشة و مقارنة استجابة العجول للظروف الثابتة داخل المعامل مع استجابتها تحت الظروف الطبيعية خلال شهر يونيو كفترة ابتدائية بالإضافة الى الفترة الخارجية الفاصلة بين فترات المعامل خلال شهر أغسطس.

كلا المجموعتين أظهرت زيادة فى كل من درجة حرارة المستقيم و معدل التنفس فى وقت الظهيرة أعلى منها فى الصباح الباكر أثناء التجربتين فى المعامل. كان معدل التنفس خلال التجربة الأولى أعلى قليلاً مقارنة بمعدله خلال التجربة الثانية و إرتفع معدل التنفس بدرجة شديدة فى العجول المجهدة حرارياً ليصل إلى ٦-٨ مرات قدرة تحت الظروف المريحة. و معدل المستهلك من الماء زاد بدرجة كبيرة بسبب الإجهاد الحرارى. معدل الغذاء المأكول سواء من المركزات أو الأعلاف الخشنة كان اكبر فى المجموعة (ب) مقارنة بالمجموعة (أ) خلال التجربتين. و انخفضت قيم كل من الهيماتوكريت ، الهيموجلوبين ، عدد كريات الدم الحمراء بسبب الإجهاد الحرارى فى كلا التجربتين. وفى المقابل زادت عدد كريات الدم البيضاء معنوياً (حوالى ٥٠%). أدي الاجهاد الحراري الي انخفاض مستويات كل من الدهون الكلية،والكوليستيرول الكلي والجلسريدات الكلية والبروتين الكلي،والالبيومين والجلوكوز ونيتروجين اليوريا خلال التجربتين الثانية بينما مستوي الجلوبيولين لم يتأثر. و الي زيادة طفيفة (٤-٨%) في تركيز كل من الصوديوم والبوتاسيوم بالبلازما والي زيادة كبيرة (٤٧-٥٨%) في تركيز الفوسفور بينما تركيز الكالسيوم انخفض بوضوح بحوالي ٢٠%. وانخفاض مستوي هرمون الانسولين بينما هرمون الجلوكاجون زاد في حين ان تركيز هرموني $T_3$ و $T_4$انخفض انخفاضا شديدا. ادي تعرض العجول الي ظروف الاجهاد الحراري الاولي الي انخفاض (١٣%) في اوزانهم من ١١٩كجم الي ١٠٤ كجم في حين ان التعرض الثاني لم يسبب اي تاثير اضافي علي الانخفاض في الوزن .بالمقارنة مع العجول الغير مجهدة حراريا كان هناك زيادة في اوزانهم حوالي ٢٨% و٩% خلال التعرض الاول والثاني علي التوالي. اظهر كلا المجموعتين تقريبا نسب متساوية من الزيادة في وزن الجسم (١,٤% و١,٥%) خلال الفترة الفاصلة تحت الظروف الطبيعية. ادي الاجهاد الحراري الي انخفاض وزن الاعضاء الحشوية و اوزان الجسم الفارغ والصائم. وكذلك انخفاض في طوال الامعاء الدقيقة والغليظة والزائدة الاعورية. نسبة الدهن في اللحم انخفضت نتيجة الاجهاد الحراري في كل من العضلة العينية وعضلة الفخذ.

ويمكن الأستنتاج من نتائج هذه الدراسة أن عجول الجاموس نجحت بدرجة كبيرة بالاحتفاظ بحياتها بالرغم من التغيرات الشديدة في خصائصها الداخلية الطبيعية والكيميائية والتي ادت الي تاخير او حتي ايقاف النمو. واثبتت هذة الدراسة ان توفير البيئة الحرارية المناسبة لعجول الجاموس النامية سوف تزيد وتعزز من كفاءة النمو.

# CONTENTS


| | Page |
|---|---|
| **INTRODUCTION** | **1** |
| **REVIEW OF LITERATURE** | **4** |
| **1. Thermo-respiratory responses** | **4** |
| a. Rectal temperature | **4** |
| b. Respiratory response | **5** |
| **2. Response of water and feed intakes** | **8** |
| a. Total water intake | **8** |
| b. Feed intake | **9** |
| **3. Hematological responses** | **11** |
| a. Hematocrit value | **11** |
| b. Hemoglobin concentration | **12** |
| c. Red and White blood cells count | **14** |
| d. Leukocytes type | **15** |
| **4. Blood plasma metabolites** | **18** |
| a. Total protein concentration | **18** |
| b. Albumin concentration | **20** |
| c. Globulin concentration | **21** |
| d. Total Lipids concentration | **22** |
| e. Triglycerides concentration | **23** |
| f. Total cholesterol concentration | **23** |
| g. Glucose concentrations | **25** |
| h. Blood urea nitrogen | **27** |
| **5. Blood plasma minerals** | **29** |
| **6. Hormonal profile** | **31** |
| a. Thyroid activity | **31** |
| 1. Triiodothyronine level | **32** |
| 2. Thyroxine level | **33** |
| b. Insulin concentration | **35** |
| c. Glucagon concentration | **37** |
| **7. Growth performance** | **37** |
| **8. Carcass composition** | **39** |

| | Page |
|---|---|
| **9. Chemical characteristics**…….. | **43** |
| **MATERIALS AND METHODS**……..….. | **45** |
| **1. The experimental work**……..… | **45** |
| **2. Experimental animals**…….. | **45** |
| **3. Experimental design**……. | **45** |
| **4. Management and feeding**…….... | **48** |
| **5. Experimental tests**……..… | **48** |
| a. Thermo-respiratory responses……...…… | **48** |
| b. Water and feed intakes …… | **49** |
| c. Responses of blood traits……..... | **49** |
| 1. Organic compounds concentrations…….. | **49** |
| 2. Mineral ….…….... | **50** |
| 3. Hormones concentrations ……..…….…….... | **50** |
| d. Growth performance…….. | **50** |
| e. Slaughter tests……...… | **50** |
| 1. Anatomical body components……..... | **50** |
| 2. Meat characteristics……..... | **51** |
| **6. Techniqual procedures**..…….... | **51** |
| a. Natural climatic conditions …….. | **51** |
| b. Rectal temperature ……..……..… | **52** |
| c. Respiration rate ……...……...… | **52** |
| d. Water and feed intaks ……. | **52** |
| e. Blood tests...……...… | **53** |
| 1. Hematological picture……... | **53** |
| a. Hematocrit value ……. | **53** |
| b. Hemoglobin concentration ……...……..... | **53** |
| c. Red and white blood cells counts ..……...…. | **53** |
| d. Leukocytes types……..…. | **53** |
| 2. Blood plasma compounds…….. | **54** |
| a. Organic compounds…… | **54** |
| b. Mineral ……. | **54** |
| 3. Blood plasma hormones……. | **55** |
| a. Triiodothyronine hormone ……. | **55** |

Page

b. Thyroxine hormone ..... 56
c. Insulin hormone ..... 57
d. Glucagon hormone..... 57
**7. Growth performance**..... 58
**8. Statistical analysis**..... 58
**RESULTS AND DISCUSSION**..... 59
**1. Basic response of calves to outdoors natural thermal conditions in summer**..... 59
a. Natural climatic conditions..... 59
b. Thermo-respiratory responses..... 59
c. Water and feed intake..... 60
d. Blood parameters..... 61
1. Hematological picture..... 61
2. Concentrations of relevant plasma organic compounds..... 62
3. Concentrations of relevant plasma minerals..... 63
4. Concentrations of relevant hormones..... 63
**2. Responses of calves to constant thermal conditions**.. 65
a. Thermo-respiratory responses ..... 65
b. Water intake..... 65
c. Feed intake..... 68
d. Blood parameters..... 70
1. Hematological picture..... 70
2. Concentration of relevant plasma organic compounds..... 72
3. Concentration of relevant plasma minerals..... 75
4. Concentration of the studied hormones..... 75
**3. Response of calves to the interrupting outdoors natural thermal conditions**..... 78
a. Thermo-respiratory responses ..... 78
b. Water intake..... 78
c. Feed intake..... 79
d. Blood parameters..... 80

| | Page |
|---|---|
| 1. Hematological picture | 80 |
| 2. Concentration of relevant plasma organic compounds | 82 |
| 3. Concentration of relevant plasma minerals | 83 |
| 4. Concentration of the tested hormones | 83 |
| **4. Growth performance under the different constant thermal conditions** | 84 |
| **5. Body composition in response to the thermal conditions** | 85 |
| a. Body weight and general composition | 85 |
| b. Weight of the non visceral offals | 86 |
| c. Weight of the visceral offals | 86 |
| d. Length of small, large intestines and appendix | 87 |
| e. Growth coefficient | 87 |
| f. Meat quality as affected by the thermal conditions | 89 |
| 1. Area of longissmus dorsi | 89 |
| 2. Ribs (10, 11, 12) cut components | 89 |
| 3. Chemical analysis for components | 89 |
| **GENERAL DISCUSSION** | 91 |
| **CONCLUSION** | 114 |
| **SUMMARY** | 115 |
| **REFERENCES** | 122 |
| **ARABIC SUMMARY** | |

# LIST OF ABBREVIATIONS

| | |
|---|---|
| **AB** | **Abomasum** |
| **Alb** | **Albumin** |
| **AT** | **Ambient environmental temperature** |
| **ADG** | **Average daily gain** |
| **Bas** | **Basophils** |
| **BC** | **Buffalo calves** |
| **BUN** | **Blood urea nitrogen** |
| **BW** | **Body weight** |
| **Ca** | **Calcium** |
| **CFI** | **Concentrate feed intake** |
| **cm** | **Centimeter ($10^{-3}$ meter)** |
| **CTC** | **Comfort thermal conditions** |
| **dl** | **Deciliter ($10^{-2}$ liter)** |
| **DM** | **Dry matter** |
| **DMI** | **Dry matter intake** |
| **DWI** | **Dietary water intake** |
| **EBW** | **Empty body weight** |
| **EI** | **Empty intestines** |
| **Eos** | **Eosinophils** |
| **FBW** | **Fasted body weight** |
| **FFA** | **Free fatty acids** |
| **FI** | **Feed intake** |
| **FWI** | **Free water intake** |
| **g** | **Gram ($10^{-3}$ Kilogram)** |
| **Glb** | **Globulin** |
| **Glg** | **Glucagon hormone** |
| **Glu** | **Glucose** |
| **Hb** | **Hemoglobin concentration** |
| **HSC** | **Heat stress conditions** |
| **Ht** | **Hematocrit value** |
| **Ins** | **Insulin hormone** |
| **K** | **Potassium** |

| | |
|---|---|
| **Kg** | **Kilogram ($10^3$ gram)** |
| **l** | **Liter ($10^3$ ml)** |
| **Lap** | **Laboratory** |
| **LD** | **Longissmus dorsi muscle** |
| **Lym** | **Lymphocytes** |
| **MBW** | **Metabolic body weight** |
| **mEq** | **Miliequivlant** |
| **mg** | **Milligram ($10^{-3}$ gram)** |
| **µIU** | **Micro international unit** |
| **ml** | **Milliliter ($10^{-3}$ liter)** |
| **mo.** | **Month** |
| **Mon** | **Monocytes** |
| **Na** | **Sodium** |
| **Neu** | **Neutrophils** |
| **NFE** | **Nitrogen free extract** |
| **ng** | **Nanogram ($10^{-9}$ gram)** |
| **NTC** | **Natural thermal conditions** |
| **OM** | **Omasum** |
| **P** | **Phosphorus** |
| **pg** | **Picogram ($10^{-12}$ gram)** |
| **r.p.m.** | **Revolution per minute** |
| **r/min** | **Respirations per minute** |
| **RBCs** | **Red blood cells count ($X10^6 mm^3$)** |
| **RE** | **Reticulum** |
| **RFI** | **Roughage feed intake** |
| **RH** | **Relative humidity** |
| **RR** | **Respiration rate** |
| **RT** | **Rectal temperature** |
| **RU** | **Rumen** |
| **SLW** | **Slaughter weight** |
| **ST** | **Semitendinosus muscle** |
| **$T_3$** | **Triiodothyronine hormone** |
| **$T_4$** | **Tryroxine hormone** |
| **TC** | **Total cholesterol** |

| | |
|---|---|
| **TG** | **Triglycerides** |
| **THI** | **Temperature- humidity index** |
| **TL** | **Total lipids** |
| **TP** | **Total proteins** |
| **µg** | **Microgram ($10^{-6}$ gram)** |
| **VFAs** | **Volatile fatty acids** |
| **WBCs** | **White blood cells count ($X10^3 mm^3$)** |
| **WI** | **Water intake** |